

高温油浸漬による絶縁皮膜の表面・特性変化

環境耐久試験から絶縁皮膜の表面状態と特性の変化までワンストップで評価いたします。

はじめに

電気自動車(EV)の主要部品の一つであるモータには、表面に絶縁皮膜が施された無方向性電磁鋼板(以下、電磁鋼板)が積層鉄心として使用されています。絶縁性に加えて打抜き性や溶接性などを確保するため、無機系皮膜や無機-有機複合系皮膜が用いられます。油冷モータでは、さらに高温油中での耐性も絶縁皮膜に求められます。

高温油浸漬した電磁鋼板絶縁皮膜の表面解析例

無機-有機複合系皮膜を有する電磁鋼板を150℃のオートマチックオイル(ATF)に1週間浸漬しました。図1は浸漬試験前後の皮膜表面の同一場所を、極低加速電圧走査電子顕微鏡(ULV-SEM)で観察した結果です。図1(a)から、表面には有機領域(暗い粒子状コントラスト)が無機領域(明るいコントラスト)中に分布していることがわかります。浸漬試験後では、無機領域表面に暗いコントラストを有する領域が現れています。エネルギー分散型X線分光(EDX)測定により試験後の無機領域では炭素(C)が増加していることが分かりました。

図2に、浸漬試験前後のフーリエ変換赤外分光(FT-IR)スペクトルを示します。差スペクトルから浸漬試験によりCH伸縮振動が増加しOH伸縮振動が減少していることがわかります。前者の波数は、ATFのエチレン基のものと一致します。以上の結果から、浸漬試験によりATF成分が無機表面に付着したと考えられます。このことにより、浸漬試験後の層間抵抗が上昇(図3)したと推定しています。

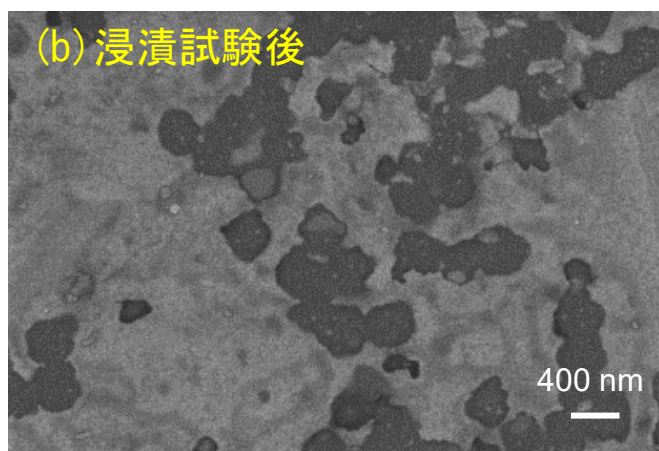
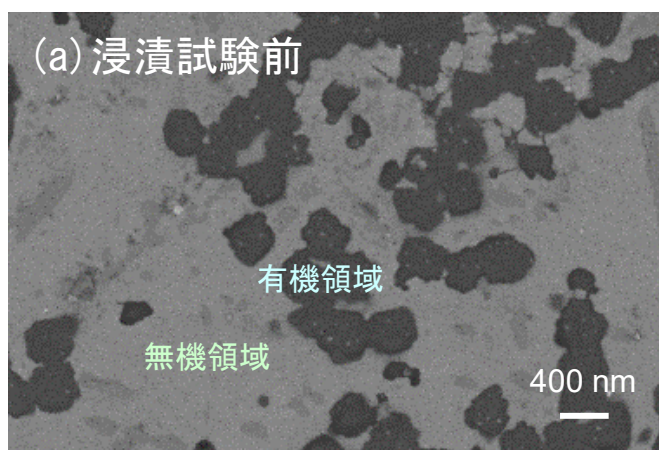


図1 皮膜表面のULV-SEM像 [装置: ZEISS GeminiSEM 460]
浸漬試験前(a)と浸漬試験後(b)の同一場所を観察した。

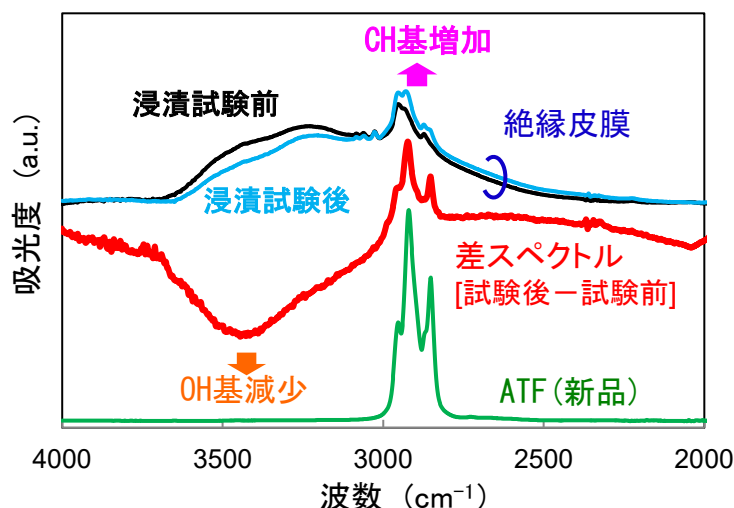


図2 浸漬試験前(黒)および試験後(青)の皮膜表面のFT-IRスペクトル [装置: JASCO FT/IR-4X, IRT-5200]

浸漬前を浸漬後から引いた差スペクトル(赤)および未使用のATFのスペクトル(緑)も合わせて示す。

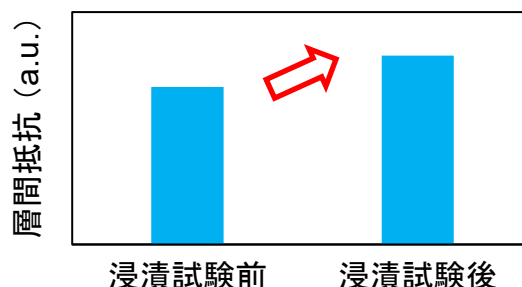


図3 電磁鋼板の層間抵抗測定結果(試料サイズ 15mm□)